



Araştırma/Research

Sağlıklı Bireylerde Karaciğer, Böbrekler ve Dalak Parankiminin Ortalama ADC Değerlerinin Hesaplanması

Safiye TOKGÖZ ÖZAL¹, Şükrü Mehmet ERTÜRK²

¹Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, ²Adiyaman Üniversitesi, Radyoloji AD

Özet

Amaç: Çalışmamızın amacı sağlıklı bireylerde karaciğer, böbrekler ve dalak parankiminin difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile ortalama görünür difüzyon katsayısı (Apparent diffusion coefficient-ADC) değerlerinin belirlenmesidir.

Materyal ve metod: Ekim 2011-Aralık 2011 tarihleri arasında, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği'nde, MRG çekimi yapılmış ve herhangi bilinen hastalığı olmayan, 81 hasta retrospektif olarak taranmış ve çalışmaya alınmıştır. Hastaların karaciğer, böbrekler ve dalaktan belirlenmiş aynı bölgelerden difüzyon ağırlıklı MRG'den ADC değerleri ölçülmüştür.

Bulgular: Çalışmamızda difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme inceleme alınan hastaların hesaplanan ortalama ADC değerleri karaciğer için $0,63 \pm 0,13 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, sağ böbrek için $1,45 \pm 0,19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, sol böbrek için $1,43 \pm 0,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, dalak için $0,68 \pm 0,15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ bulunmuştur. Ayrıca regresyon hesaplaması ile hasta yaşı ve ADC değerleri arasındaki korelasyon araştırıldı ve korelasyon olmadığı görüldü.

Sonuç: Hastalıklarda abdominal organların difüzyon ağırlıklı MR görüntülerinin nicel değerlendirilmesini yapabilmek için normal ADC değerlerinin bilinmesi gereklidir. Bu durum özellikle normal karşılaştırmasının yapılamayacağı hedef organın tamamını tutan lezyonlar için geçerlidir.

Anahtar kelimeler: Manyetik rezonans görüntüleme; ortalama difüzyon değeri; karaciğer; böbrek; dalak

Makale Uzmanlık Tezinden türetilmiş Araştırma makalesi. Makale 1889 sözcükten oluşmaktadır. Tez adı: Normal Karaciğer, Böbrekler ve Dalak Parankiminin Ortalama ADC Değerlerinin Hesaplanması, Tez kabul tarihi: 2012.

Yazışmadan Sorumlu Yazar

Safiye TOKGÖZ ÖZAL

Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Radyoloji Kliniği
Tel : 0505 838 7383

Email: drstok_21@hotmail.com

DOI: 10.30569/adiyamansaglik.430217

Geliş Tarihi: 05.06.2018

Kabul Tarihi: 07.07.2018

Calculation of Average ADC Values of Liver, Kidneys and Spleen Parenchyma in Healthy Individuals

Summary

Purpose: The aim of this study is to determine the apparent diffusion coefficient values of liver, kidneys and spleen parenchyma by diffusion weighted magnetic resonance imaging (MRI) in healthy individuals.

Materials and methods: Between October 2011 and December 2011, 81 patients with no known diseases were retrospectively screened and taken to work at Şişli Etfal Training and Research Hospital Radiology Clinic. ADC values of diffusion weighted MRI were measured from the liver, kidneys and spleen.

Results: In our study, the mean ADC values of the patients performed diffusion-weighted MR imaging were $0,63 \pm 0,13 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ for the liver, $1,45 \pm 0,19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ for the right kidney, $1,43 \pm 0,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, and $0,68 \pm 0,15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ for the spleen. In addition, correlation between patient age and ADC values was investigated and no correlation was found by regression analysis.

Conclusion: In order to quantitatively evaluate diffusion-weighted MR images of abdominal organs in diseases, normal ADC values must be known. This is especially true for lesions that hold the entire target organ where normal comparisons can not be made.

Key words: Magnetic resonance imaging; Apparent diffusion coefficient; liver; kidney; spleen

GİRİŞ VE AMAÇ

Ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) karaciğer kitlelerinin ayırıcı tanısında yaygın olarak kullanılan başlıca kesitsel görüntüleme yöntemleridir. MRG, yüksek kontrast rezolüsyonu, multiplanar görüntüleme yeteneği, iyonizan radyasyon bulunmaması gibi birçok avantajı mevcut olup kullanımı gün geçtikçe artan bir görüntüleme yöntemidir (1). Difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme (DAMRG), doku su moleküllerindeki protonlarda hızlanmış ya da kısıtlanmış mikroskopik difüzyon hareketlerinin ölçümü esasına dayanan fonksiyonel görüntüleme tekniğidir. Görüntüler kısa çekim sürelerinde ve kontrast maddeye gerek duyulmadan elde edilir (1). Diffüzyon katsayısı moleküler düzeyde hareketliliğin ölçüsüdür. ADC (apparent diffusion coefficient) haritası, ölçülen diffüzyon büyüklüğünün mutlak değerini gösterir. ADC biyolojik yapılarda diffüzyon katsayısı yerine kullanılır.

Difüzyon ağırlıklı MRG incelemesi ilk olarak strok tespiti ve takibinde beyin görüntülenmesi amacıyla kullanıma girmiştir (2). Bu tekniğin kullanımı ilk zamanlarda, kardiyak, solunumsal ve peristaltik hareketlere çok duyarlı olması nedeniyle beyin incelemelerinde sınırlı kalmış, ancak eko-planar görüntüleme (EPI) gibi hızlı MRG sekanslarının geliştirilmesi ile diğer vücut bölümlerinde de uygulama alanı bulmaya başlamıştır. İlk olarak 1994 yılında Müller ve arkadaşları normal karaciğer, dalak, kas dokusu ve karaciğerin fokal ve diffüz hastalıklarında difüzyon MRG incelemesini kullanmışlar ve anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir (3). Sonraki yıllarda birçok araştırmacı difüzyon ağırlıklı MRG'nin karaciğer, böbrek ve diğer abdominal organlardaki uygulamalarına ilişkin çalışmalar yayınlamıştır (4,5).

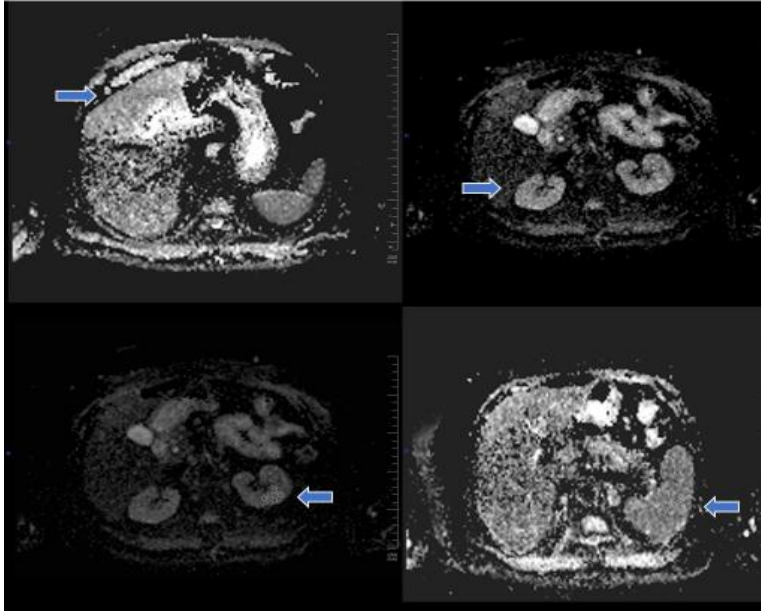
Bu çalışmanın temel amacı sağlıklı bireylerde karaciğer, böbrekler ve dalak parankiminin DAMRG'den ortalama ADC değerlerinin belirlenmesidir. Normal ADC değerlerinin bilinmesi diğer patolojilerin tespitinde yardımcı olabilir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ekim 2011-Aralık 2011 tarihleri arasında, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği'nde, MRG çekimi yapılmış ve kliniğimizde karaciğer, böbrekler ve dalak yönünden normal olarak raporlanmış, 81 sağlıklı birey retrospektif olarak taranmış ve çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya alınan kişilerin hiçbirinde bilinen herhangi bir hastalık olmayıp sağlıklı bireylerdir. Bilinen hastalığı olan, karaciğer böbrekler veya dalaktan operasyon geçirmiş ve 18 yaş altı kişiler çalışma dışı bırakılmıştır.

ADC değerlerini ölçmek için her anatomik bölgede yaklaşık 1 cm² dairesel ilgi alanları (ROI) belirlenmiştir. Bu alanlar belirlenirken damarlar ve harekete bağlı artefaktların dışarıda bırakılmasına özen gösterilmiştir. Her ADC değeri ölçümü için en az beş ROI ölçümü yapılmış ve en yakın olan üçünün ortalaması alınmıştır (Şekil 1). Tüm hastalarda karaciğerde segment 7 veya 8'den, böbreklerde orta kesimlerden, dalakta ise üst yarından ölçümler alınmıştır.

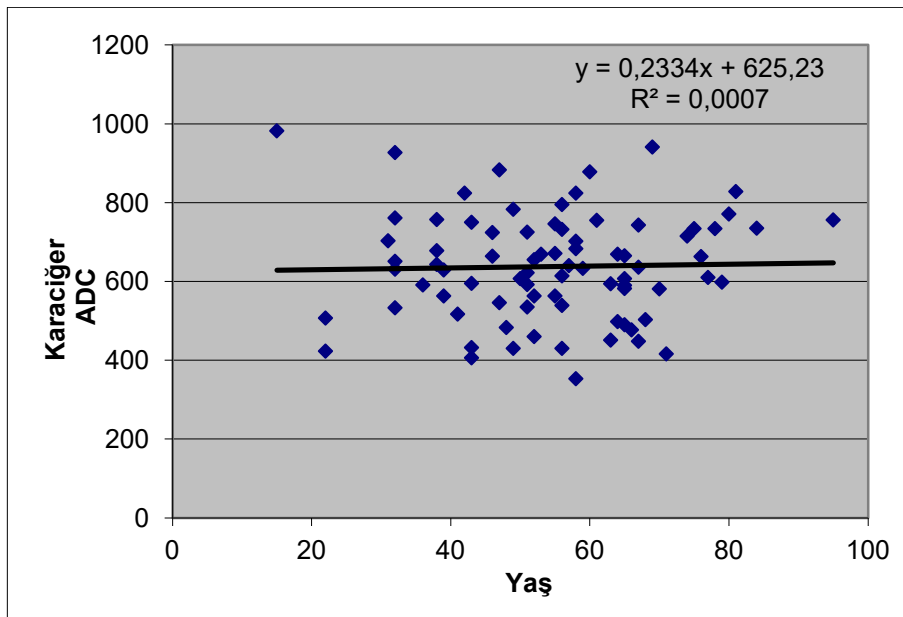
MR incelemeleri 1.5 Tesla MR cihazı (Signa; GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) ile 8 kanallı yüzeyel body coil kullanılarak gerçekleştirildi, b: 0, 1000 sn/mm² değerleri ile çekimler yapıldı.



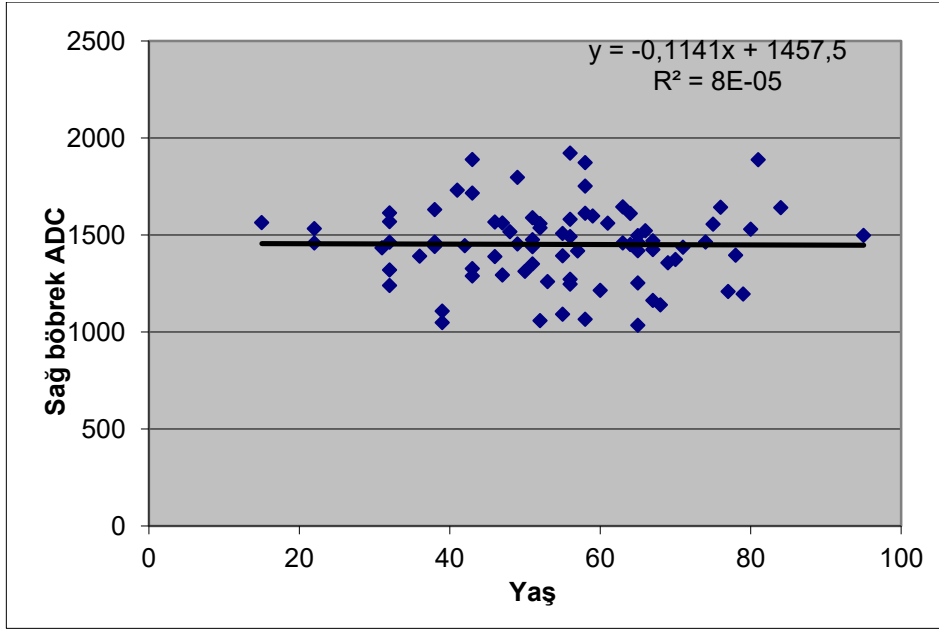
Şekil 1: 47 yaşındaki kadın olguda karaciğer, dalak, böbreklerden alınan difüzyon ağırlıklı MR görüntülerde yapılan ölçümler

BULGULAR

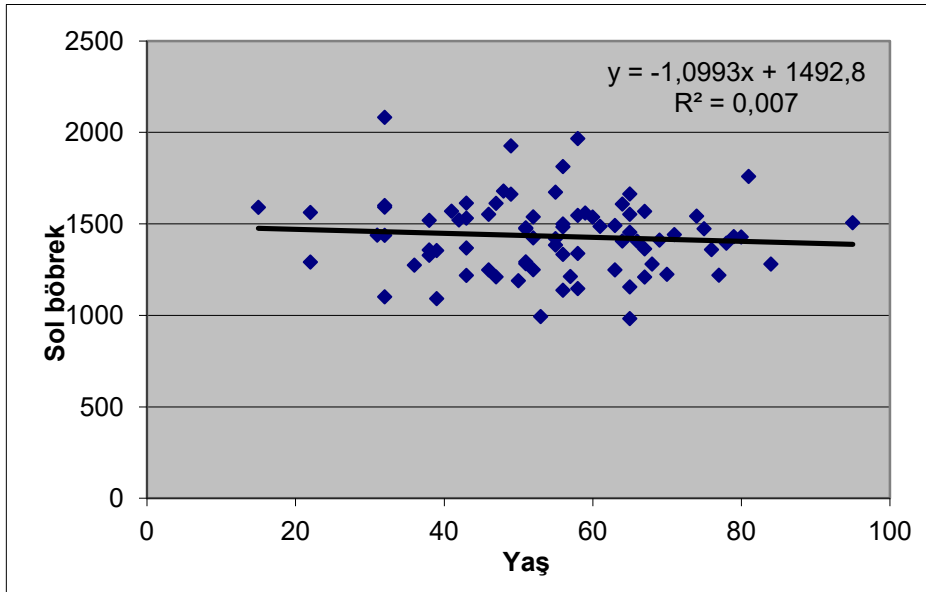
Hastaların yaş aralığı 22 ile 84 arasında olup ortalama yaş 54 ± 15 yıldır. Hastaların 43'ü kadın ve 38'i erkekti. Çalışmamızda diffüzyon ağırlıklı MRG'de incelemeye alınan hastaların hesaplanan ortalama ADC değerleri karaciğer için $0,63 \pm 0,13 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, sağ böbrek için $1,45 \pm 0,19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, sol böbrek için $1,43 \pm 0,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, dalak için $0,68 \pm 0,15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ölçülmüştür (Tablo 1). Ayrıca regresyon hesaplaması ile hasta yaşı ve ADC değerleri arasındaki korelasyon araştırıldı ve korelasyon olmadığı görüldü (Grafik 1, 2, 3, 4).



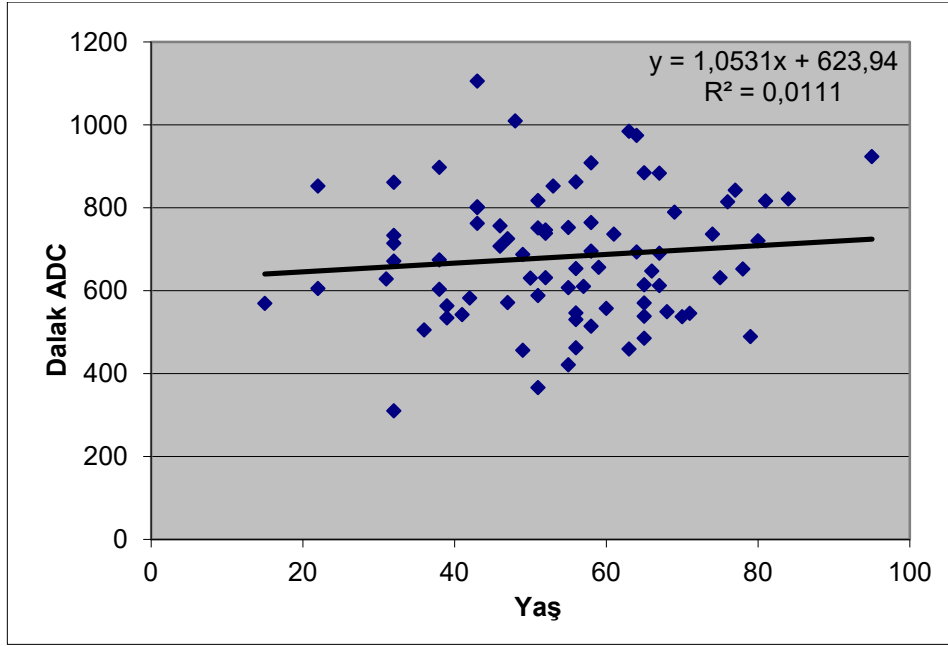
Grafik 1: Karaciğer ortalama ADC değerleri ile hasta yaşı arasındaki ilişki



Grafik 2: Sağ böbrek ortalama ADC değerleri ile hasta yaşı arasındaki ilişki



Grafik 3: Sol böbrek ortalama ADC değerleri ile hasta yaşı arasındaki ilişki



Grafik 4: Dalak ortalama ADC değerleri ile hasta yaşı arasındaki ilişki

Tablo 1: Karaciğer, böbrekler ve dalak parankiminin ortalama ADC değerleri

Organ	Ortalama ADC değerleri
Karaciğer	$0,63 \pm 0,13 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$
Sağ böbrek	$1,45 \pm 0,19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$
Sol böbrek	$1,43 \pm 0,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$
Dalak	$0,68 \pm 0,15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

TARTIŞMA

Difüzyon, su moleküllerinin randomize mikroskopik hareketlerine verilen isimdir. Difüzyonun in vivo olarak ölçülmesi günümüzde difüzyon ağırlıklı MRG ve ADC ölçümleri ile mümkündür (6). Güçlü bipolar gradiyent pulslarının spin eko ya da gradiyent eko sekansa eklenmesi ile MRG, dokulardaki suyun difüzyonuna hassas hale getirilebilmekte ve difüzyon ağırlıklı görüntüleme yapılabilmektedir. Böylece dokudaki su moleküllerinin mobilitesi ve viskozitesi değerlendirilebilmektedir. Yine bu sayede intraselüler ve ekstraselüler kompartmanlardaki su balansı gösterilebilir ki, bu inme teşhisi ve takibinde oldukça önemlidir. Bu teknik ilk olarak erken dönem serebral iskeminin görüntülenmesinde kullanılmaya başlanmış ve bu alanda vazgeçilmez bir tanı aracı konumuna gelmiştir (7,8,9).

Hızlı MRG yöntemlerinden eko planar görüntülemenin kullanıma girmesi ile uzun çekim süreleri ve bu nedenle özellikle fizyolojik hareketlere bağlı oluşan artefaktlar ortadan kalkmış ve difüzyon ağırlıklı MRG santral sinir sistemi dışında da özellikle abdomen görüntülenmesinde kullanılabilir hale gelmiştir (10,11).

Difüzyonun miktarı difüzyon katsayısı ile tanımlanır. Stejskal ve arkadaşları MRG ile difüzyonu gözlemleyebilmek için spin-eko (SE) metodunu geliştirmiştir. İn vivo olarak difüzyon katsayısının ölçümü biyolojik dokularda birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Kapiller perfüzyon, ısı, dokudaki manyetik duyarlılık ve hareket, gerçek difüzyonu etkilemekte, o nedenle difüzyon katsayısı yerine, görünen difüzyon katsayısı (apparent diffusion coefficient=ADC) deyimini kullanılmaktadır (12).

Önceki çalışmalarda karaciğer için ortalama ADC değeri $0.69 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (13) ile $2.28 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (14) arasında değişen farklı değerlere sahiptir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan farklı b değerlerinden kaynaklandığı bilinmektedir. Benzer şekilde normal dalak parankiminden yapılan ölçümler de literatürde $0.78 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (13) ile $1,44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (14) arasında değişmekte olup, bizim bulduğumuz değerler ile uyumludur.

Ichikawa ve arkadaşlarının çalışmasında b değerleri 1.6, 16 ve 55 gibi oldukça düşük değerlerde olup, abdominal organlara ait ADC ölçümleri yüksek olarak ölçülmüştür. Çalışmalarında belirttikleri gibi b değerleri düşük tutulduğunda perfüzyon ve T2 zamanı gibi faktörler, ADC ölçümlerini nispeten daha fazla etkilemektedir. O nedenle Ichikawa ve arkadaşları, abdominal difüzyon çalışmaları için 400 mm²/s'nin üzerindeki değerlerin ADC ölçümlerini daha doğru olarak yansıtabileceğini belirtmişlerdir (14).

Taouli ve arkadaşlarının b<400-500 mm²/sn ile yaptığı çalışmada normal karaciğer ADC değerleri 1.83-1.51 mm²/sn olarak hesaplanmıştır (15). Ancak çok yüksek ve çok düşük b değerlerinin kullanıldığı diğer çalışmalarda ADC değerleri de farklılıklar göstermektedir.

Le Bihan ve arkadaşlarının çalışmasında belirttikleri gibi, b değeri düşük tutulduğunda sekansın difüzyon ağırlığı az olmakta ve difüzyona bağlı sinyal kaybı azalmakta, ADC değeri daha yüksek ölçülmektedir (16).

Özgür ve arkadaşlarının çalışmasında dört karaciğer segmentinin ADC değerleri ayrı ayrı ölçülmüş olup sol lob lateral segment $1.77 \pm 0.21 \times 10^{-3}$ mm²/s, sol lob medyal segment $1.59 \pm 0.21 \times 10^{-3}$ mm²/s, sağ lob ön segment $1.46 \pm 0.18 \times 10^{-3}$ mm²/s, sağ lob arka segment $1.34 \pm 0.20 \times 10^{-3}$ mm²/s hesaplanmıştır. Hesaplanan diğer ADC değerleri şu şekildeydi; böbrek korteks ve medullası sırasıyla, $2.08 \pm 0.22 \times 10^{-3}$ mm²/s, $1.94 \pm 0.18 \times 10^{-3}$ mm²/s, pankreas kuyruğu $1.59 \pm 0.38 \times 10^{-3}$ mm²/s, pankreas gövdesi $1.68 \pm 0.26 \times 10^{-3}$ mm²/s, pankreas başı $1.65 \pm 0.29 \times 10^{-3}$ mm²/s, mide duvarı $1.84 \pm 0.22 \times 10^{-3}$ mm²/s ve dalak $1.28 \pm 0.38 \times 10^{-3}$ mm²/s , bu değerler bizim çalışmamızdaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir (17).

SONUÇ

Difüzyon üzerinden hesaplanan kantitatif bir parametre olan ADC kapiller perfüzyonla ekstraselüler ekstraselüler boşluktaki su difüzyonunun etkilerini birleştirir. Dolayısıyla difüzyon ağırlıklı MRG bir organdaki perfüzyon ve difüzyon hakkında eş zamanlı bilgi sağlar. Dokulardaki anormal yapılarla normal yapıların daha iyi ayırt edilmesi için kullanılabilir ve değişik

anormalliklerin özelliklerinin belirlenmesine yardımcı olabilir . Ancak doğru bir yorumlama için kullanılan difüzyon tekniğine bağlı olarak biyolojik dokuların normal ADC değerlerinin bilinmesine gerek vardır. Bu durum özellikle normal karşılaştırmasının yapılamayacağı hedef organın tamamını tutan lezyonlar için geçerlidir. Difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme rutin abdominal görüntüleme protokollerine eklenebilir ve difüzyon ağırlıklı görüntülerinin gözle değerlendirilmesi lezyonların ve özelliklerinin saptanmasına daha güvenilir bir boyut ekleyebilir. Difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme ile sağlanan ek bir yarar nicel belirteçlerin saptanabilmesidir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

1. Tello R, Fenlon HM, Gagliano T, deCarvalho VL, Yucel EK. Prediction rule or characterization of hepatic lesions revealed on MR imaging: estimation of malignancy. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176(4): 879-84.
- 2.
3. Warach S, Chien D, Li W, Ronthal M, Edelman RR. Fast magnetic resonance diffusion-weighted imaging of acute human stroke. *Neurology* 1992; 42(9): 1717-23.
- 4.
5. Muller MF, Prasad P, Siewert B, Nissenbaum MA, Raptopoulos V, Edelman RR. Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echo-planar system. *Radiology* 1994; 190(2): 475-83.
6. Kim T, Murakami T, Takahashi S, Hori M, Tsuda K, Nakamura H. Diffusionweighted single-shot echoplanar MR imaging for liver disease. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173(2): 393-98.
7. Namimoto T, Yamashita Y, Mitsuzaki K, Nakayama Y, Tang Y, Takahashi M. Measurement of the apparent diffusion coefficient in diffuse renal disease by diffusion-weighted echo-planar MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1999;9(6):832-37.
8. Le Bihan D, Turner R, Douek P, Patronas N. Diffusion MR imaging: clinical applications. *AJR Am J Roentgenol* 1992;159(3):591-99.
9. Warach S, Chien D, Li W, Ronthal M, Edelman RR. Fast magnetic resonance diffusion-weighted imaging of acute human stroke. *Neurology* 1992;42(9):1717-23.
10. Back T, Hoehn-Berlage M, Kohno K, Hossmann KA. Diffusion nuclear magnetic resonance imaging in experimental stroke. Correlation with cerebral metabolites. *Stroke* 1994;25(2):494-500.
11. Moseley ME, Kucharczyk J, Mintorovitch J, et al. Diffusion-weighted MR imaging of acute stroke: correlation with T2-weighted and magnetic susceptibility-enhanced MR imaging in cats. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990;11(3):423-29.
12. Muller MF, Prasad P, Siewert B, Nissenbaum MA, Raptopoulos V, Edelman RR. Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echoplanar system. *Radiology* 1994; 190(2): 475-83.
13. Reimer P, Saini S, Hahn PF, Brady TJ, Cohen MS. Clinical application of abdominal echoplanar imaging (EPI): optimization using a retrofitted EPI system. *J Comput Assist Tomogr* 1994;18(5):673-79.

-
14. Le Bihan D. Molecular diffusion nuclear magnetic resonance imaging. *Magn Reson Q* 1991;7(1):1-30.
 15. Namimoto T, Yamashita Y, Sumi S, Tang Y, Takahashi M. Focal liver masses: characterization with diffusion-weighted echo-planar MR imaging. *Radiology* 1997;204(3): 739-44.
 16. Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J, Nitatori T, Araki T. Diffusion-weighted MR imaging with single-shot echo-planar imaging in the upper abdomen: preliminary clinical experience in 61 patients. *Abdom Imaging* 1999; 24(5): 456-61
 17. Taouli B, Vilgrain V, Dumont E, Daire JL, Fan B, Menu Y. Evaluation of liver diffusion isotropy and characterization of focal hepatic lesions with two single-shot echo-planar MR imaging sequences: prospective study in 66 patients. *Radiology* 2003; 226(1): 71-78.
 18. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, Aubin ML, Vignaud J, Laval-Jeantet M. Separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging. *Radiology* 1988;168(2):497-505.
 19. Özgür K, Gülseren Y, Sibel B, Tan C, Sibel A, Non-breath-hold high b-value diffusion-weighted MRI with parallel imaging technique: apparent diffusion coefficient determination in normal abdominal organs. *Diagn interv radiol* 2008;14:83-87.